

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

Einfluss der Herbizidaufwandmenge auf Wirkungsgrad und Erträge in Wintergetreide am Beispiel von Ackerfuchsschwanz und Windhalm

Influence of herbicide doses on efficacy and yield in winter cereal on the example of blackgrass and loose silky-bentgrass

Arne Brathuhn*, Jan Petersen

Fachhochschule Bingen, Fachbereich Life Science and Engineering,
Fachrichtung Agrarwirtschaft, Berlinstr. 109, 55144 Bingen, Germany

*Korrespondierender Autor, a.brathuhn@fh-bingen.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.025

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft steht heute vor der Herausforderung, einerseits den Eintrag von Herbiziden in die Umwelt möglichst gering zu halten, auf der anderen Seite aber auch hohe Flächenerträge zu erzielen und gleichzeitig die Entwicklung von Minderwirkungen aufgrund von Resistenzen zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund werden Ergebnisse aus drei Jahren Feldversuche in Wintergetreide mit ACCase- und ALS-Hemmern vorgestellt. Im Versuchsjahr 2012/13 konnten an sieben Versuchsstandorten 21 Herbizidvarianten beerntet und ausgewertet werden. Im Versuchsjahr 2013/14 waren dies sechs Versuchsstandorte mit 22 Herbizidvarianten und im Versuchsjahr 2014/15 waren es fünf Versuchsstandorte mit 15 Herbizidvarianten. Alle Herbizidvarianten wurden in vier bis sechs unterschiedlich hohen Aufwandmengen zwischen 6,25 und 100 % der jeweils maximal zugelassenen Aufwandmenge appliziert.

Die Daten aus den drei Versuchsjahren zeigen deutlich, dass der Parameter Ertrag weitaus unsensibler reagiert, verglichen mit dem Parameter Wirkungsgrad. Die Herbizidaufwandmenge konnte im Durchschnitt der drei Versuchsjahre zum Teil um mehr als 50 % reduziert werden ohne einen signifikanten Ertragseinfluss zu bewirken. Jedoch wurde bei geringen Aufwandmengen teilweise eine Restverunkrautung toleriert, bei der eine verstärkte Gefahr der Selektion resistenter Pflanzen bestehen könnte. Am Beispiel von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*; ALOMY) und Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti*; APESV) wurde deutlich, dass durchschnittlich nur 48 bis 68 % der maximal zugelassenen Herbizidaufwandmenge benötigt wurde, um den Ertrag zu sichern. Zum Erreichen von mindestens 95 % Herbizidwirkung waren hingegen 61 bis 76 % der maximal zugelassenen Aufwandmenge nötig. Dennoch besteht ein gewisses Potential zur Optimierung des Herbizideinsatzes. Voraussetzung hierfür ist es, dass es gelingt, die Einflussfaktoren näher zu beschreiben, die eine optimierte, schlag- und situationsspezifische Aufwandmenge mit der notwendigen Wirkungssicherheit möglich erscheinen lassen.

Stichwörter: ACCase-Hemmer, ALS-Hemmer, reduzierte Aufwandmengen

Abstract

Agriculture today is facing the challenge to both keeping the input of herbicides into nature at a low level and aiming for high yields while avoiding low efficacies caused by resistance evolution. Taking all this into consideration, results from three years of field-trials in winter cereals with ACCase and ALS inhibitors are presented. In season 2012/13 seven trial-sites with 21 herbicide-treatments could be harvested. In 2013/14 it were six sites with 22 treatments and 2014/15 five sites with 15 treatments. In all herbicide treatments four to six different doses were applied that varied between 6.25 and 100% of the maximum registered dose.

The results from the three years show that the parameter yield is less sensitive compared to the parameter efficacy. The amount of herbicide could be reduced by up to 50% in the average of the three trial years without a significant influence on yield. However, at low dosages a certain amount of weed infestation was tolerated. Consequently, risk of selecting resistant plants might be higher with increasing population densities. In field trials with blackgrass (*Alopecurus myosuroides*; ALOMY) or loose silky-bent grass (*Apera spica-venti*; APESV) it could be shown that 48 to 68% of registered herbicide dose was necessary to secure yield. However, to reach 95% efficacy on average 61 to 76% of the registered herbicide dose was needed. Consequently, there is a potential for reduction of herbicide dose. To realize this potential, there is a need for describing the site specific influences of environmental factors on herbicide performance.

Keywords: ACCase inhibitors, ALS inhibitors, reduced dose rates

Einleitung

Die Landwirtschaft ist verpflichtet, den Eintrag von Herbiziden in die Umwelt möglichst gering zu halten (NAP, 2013). Gleichzeitig sollen hohe Flächenerträge erzielt werden. Die erfolgreiche Unkrautkontrolle ist hierbei eines der wichtigsten Kriterien. Die Beziehung zwischen Unkrautbesatz und Ertragseinbußen ist gut erforscht (HEEMST, 1985) und die Empfehlung von Schadschwellen zeigt, dass eine Restverunkrautung ohne nennenswerte Auswirkung auf den Flächenertrag toleriert werden kann (COUSENS, 1987), wobei hier vornehmlich ökonomische Ziele verfolgt werden. In den letzten Jahren wird das Verbleiben behandelter Unkrautpflanzen auf dem Feld als zunehmend kritisch bewertet, da sich so schrittweise Herbizidresistenzen entwickeln und verbreiten können. Immer deutlicher wird zur Verwendung der maximal zugelassenen Aufwandmenge geraten, um eine mögliche Selektion resistenter Unkräuter zu verhindern (LUTMAN et al., 2013). Gerade reduzierte Aufwandmengen gelten als problematisch, da sie zur schnelleren Selektion resistenter Pflanzen beitragen können (NEVE und POWLES, 2005; MANALIL et al., 2011).

Vor diesem Hintergrund werden Ergebnisse aus drei Jahren Feldversuche in Wintergetreide mit ACCase- und ALS-Hemmern vorgestellt. Am Beispiel von Ackerfuchsschwanz und Windhalm wird der Einfluss der Herbizidaufwandmenge auf Wirkungsgrade und Erträge des Wintergetreides hinsichtlich möglicher Reduktionspotentiale gezeigt. Die Ergebnisse der Feldversuche bilden eine breite Datenbasis, die zur Bewertung der Auswirkungen von reduzierten Herbizidaufwandmengen hinsichtlich einer möglichen gezielten Verwendung im Rahmen einer EDV-gestützten Entscheidungshilfe beitragen.

Material und Methoden

In den Versuchsjahren 2012/13, 2013/14 und 2014/15 wurden insgesamt 19 Feldversuche auf Flächen mit Wintergetreide (Wintertriticale, Wintergerste, Winterweizen) an verschiedenen Standorten in Rheinland-Pfalz durchgeführt. Auf 15 der Versuchsflächen kam Ackerfuchsschwanz vor, auf vier Versuchsflächen fand sich Windhalm. Jeder Versuch umfasste zwischen zwei und sechs Herbizidvarianten in jeweils vier bis sechs unterschiedlich hohen Konzentrationsstufen (zwischen 6,25 und 100 % der jeweils maximal zugelassenen Aufwandmenge). Die Anlage der Versuche erfolgte in Kleinparzellen (2,5 x 8 m) in einem vollständig randomisierten Blockdesign mit vier Wiederholungen. Die Herbizidapplikationen wurden mittels Einradparzellenspritze (Spritzdruck: 2,1 bar; Düse: AI11025; 4,5 km/h; 200 L/ha Wasser) durchgeführt, die Beerntung erfolgte mit einem Parzellenmähdescher.

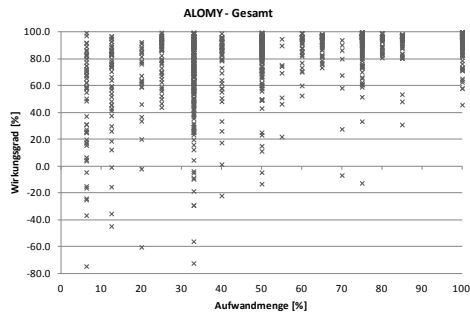
Es wurden Herbizide aus den Wirkstoffgruppen der ACCase-Inhibitoren (HRAC-Gruppe A) und ALS-Inhibitoren (HRAC-Klasse B) appliziert. Diese waren AXIAL 50® (50 g a.i. L⁻¹ Pinoxaden; EC; Syngenta Agro GmbH), RALON SUPER® (69 g a.i. L⁻¹ Fenoxaprop-P-Ethyl; Nufarm Deutschland GmbH), ATLANTIS WG® (30 g a.i. kg⁻¹ Mesosulfuron-methyl + 6 g a.i. kg⁻¹ Iodosulfuron-methyl; WG; Bayer Crop Science GmbH) und HUSAR OD® (100 g a.i. L⁻¹ Iodosulfuron-methyl-natrium; OD; Bayer Crop Science GmbH).

Die Wirkung der Herbizide auf die Ungräser wurde mittels Ähren- bzw. Rispenzählung vorgenommen. In jeder Einzelparzelle wurden je nach Ungrasbesatz zwischen drei und acht Zählungen mit einem Zählrahmen (0,25 m²) vorgenommen. In Relation zu den unbehandelten Kontrollparzellen wurden der Wirkungsgrad und der relative Ertrag (in Relation zum Ertrag der unbehandelten Kontrolle) bestimmt.

Ergebnisse

Auf den Versuchsflächen mit Ackerfuchsschwanzbesatz wurden die Wirkungs- und Erntedaten von insgesamt 1.262 Kleinparzellen ausgewertet, auf diesen Flächen lag der Ungrasbesatz in den Kontrollparzellen bei durchschnittlich 296 Ähren/m². Abbildung 1 zeigt die Wirkungsgrade (A) und relativen Erträge (B) in Abhängigkeit der applizierten relativen Aufwandmengen bei Standorten mit Ackerfuchsschwanz.

A)



B)

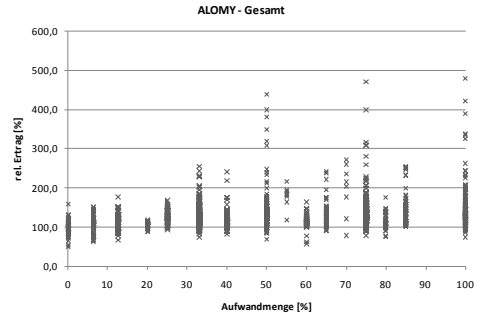
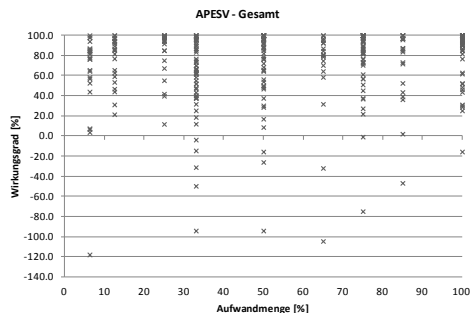


Abb. 1 Wirkungsgrade (% A) und relative Erträge von Wintergetreide (% B) in Abhängigkeit der relativen Aufwandmenge von verschiedenen Herbiziden auf Ackerfuchsschwanzstandorten.

Fig. 1 Efficacies (% A) and relative grain yield of winter cereals (% B) depending on relative herbicide doses on blackgrass sites.

Von Flächen mit Windhalmbesatz konnten die Daten von 352 Kleinparzellen ausgewertet werden, der mittlere Ungrasbesatz der Kontrollparzellen lag bei 80 Rispen/m². Abbildung 2 zeigt die Wirkungsgrade (A) und relativen Erträge (B) in Abhängigkeit der applizierten relativen Aufwandmengen bei Standorten mit Windhalm.

A)



B)

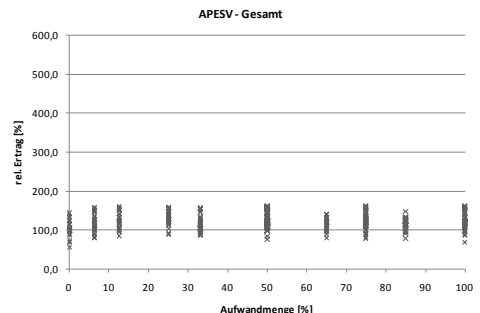


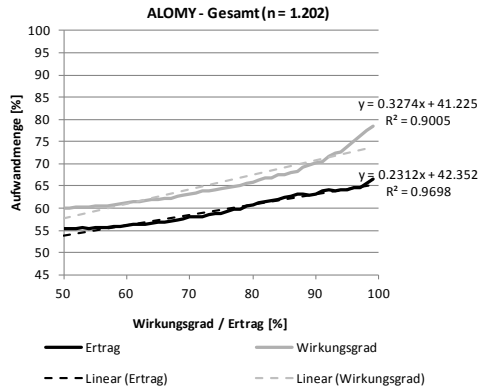
Abb. 2 Wirkungsgrade (% A) und relative Getreideerträge (% B) in Abhängigkeit der relativen Aufwandmenge auf Windhalmstandorten.

Fig. 2 Efficacies (% A) and relative cereal grain yield (% B) depending on relative herbicide doses on loose silky-bent grass sites.

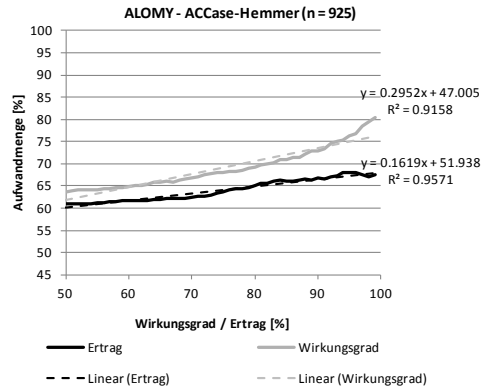
Die Auswertung der Daten zeigt, dass der Parameter Ertrag weitaus unsensibler reagiert, verglichen mit dem Parameter Wirkungsgrad. Auf Ackerfuchsschwanzstandorten konnten unabhängig vom eingesetzten Herbizid sowohl mit Blick auf die Wirkungsgrade als auch mit Blick auf den Ertrag deutliche Reduktionspotentiale festgestellt werden (Abb. 3A). Dabei lag die mittlere relative Aufwandmenge, die zur Erreichung eines bestimmten Ertragspotentials aufzuwenden war, deutlich unter der, die zur Realisierung bestimmter Wirkungsgrade notwendig war. Gerade im Bereich hoher Wirkungsgrade (>95 %) stieg die benötigte mittlere Aufwandmenge im Vergleich zu den Ertragszahlen stärker an. Dieses Bild fand sich auch in der einzelnen Betrachtung der untersuchten Wirkstoffgruppen wieder. Sowohl bei der Gruppe der ACCase-Inhibitoren (Abb. 3B),

als auch in noch stärkerem Maße bei den ALS-Inhibitoren (Abb. 3C) lag das Reduktionspotential hinsichtlich der Erträge deutlich über dem der Wirkungsgrade.

A)



B)



C)

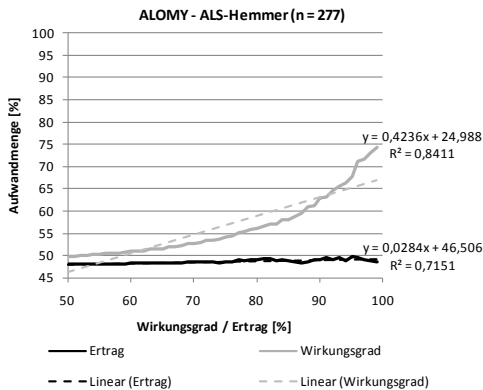
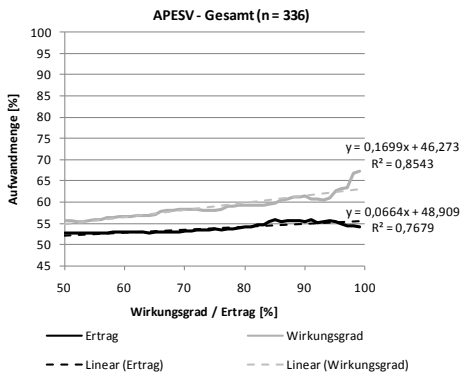


Abb. 3 Einfluss der relativen Aufwandmenge von ACCase- und ALS-Hemmern auf Wirkungsgrad und relativen Wintergetreideertrag bei Ackerfuchsschwanzbesatz.

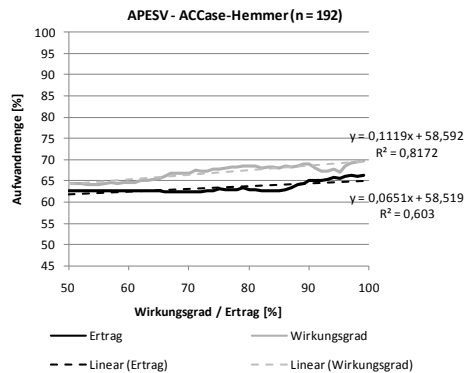
Fig. 3 Influence of the relative herbicide dose of ACCase- and ALS-inhibitors on blackgrass efficacy and relative winter cereal grain yield

Auch auf Standorten mit Windhalmbesatz konnten vergleichbare Unterschiede hinsichtlich der Sensibilität der untersuchten Parameter festgestellt werden (Abb. 4). Wie auch auf Ackerfuchsschwanzstandorten konnten hohe Ertragsniveaus verglichen mit hohen Wirkungsgraden mit deutlich geringeren mittleren Aufwandmengen erzielt werden. Allerdings zeigten sich auch mit Blick auf hohe Wirkungsgrade starke Reduktionspotentiale. Hinsichtlich der untersuchten Wirkstoffgruppen reagierte Windhalm sensibler auf ACCase-Inhibitoren im Vergleich zum Ackerfuchsschwanz. Hier konnte das höchste Reduktionspotential hinsichtlich der Wirkung der Wirkstoffgruppe festgestellt werden.

A)



B)



C)

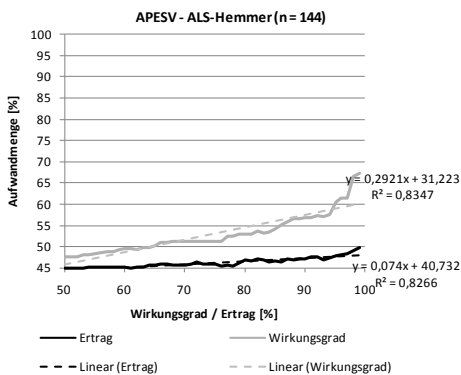


Abb. 4 Einfluss der relativen Aufwandmenge von ACCase- und ALS-Hemmern auf Wirkungsgrad und relativen Wintergetreideertrag bei Windhalmbesatz.

Fig. 4 Influence of the relative herbicide dose of ACCase- and ALS-inhibitors on loose silky-bent efficacy and relative winter cereal grain yield.

Die Betrachtung der Ergebnisse aus drei Jahren Feldversuche zeigt über den gesamten Versuchszeitraum hinweg deutliche Reduktionspotentiale der Herbizidaufwandmengen bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm hinsichtlich hoher Wirkungsgrade und Erträge. Dabei wurde über die untersuchten Spezies, Herbizide und Parameter hinweg eine recht deutliche Variabilität der Ergebnisse festgestellt. Tabelle 1 zeigt am Beispiel von einem Ertrags- bzw. Wirkungsgradziel von 95 % die zum Erreichen benötigten mittleren Aufwandmengen nebst Standardabweichungen. Neben den teils deutlichen Reduktionspotentialen (z.T. > 50 %), zeigt sich eine relativ große Streuung der Ergebnisse.

Tab. 1 Durchschnittlich benötigte relative Herbizidaufwandmenge [%] zum Erreichen des 95 %-Niveaus von Getreideertrag und Wirkungsgrad (WG). SD = Standardabweichung.**Tab. 1** Average relative herbicide dose [%] needed for 95%-level of cereal grain yield and efficacy (WG). SD = standard deviation.

	ALOMY		APESV	
	95 % Ertrag (SD)	95 % WG (SD)	95 % Ertrag (SD)	95 % WG (SD)
Gesamt	64,1 (26,8)	73,8 (23,6)	55,3 (31,4)	62,7 (29,1)
ACCas-	67,9 (24,3)	76,4 (21,1)	65,6 (24,2)	67,0 (25,2)
Hemmer				
ALS-Hemmer	49,9 (34,0)	67,9 (27,7)	48,0 (34,4)	60,6 (31,2)

Diskussion

Die Landwirtschaft steht heute vor der Herausforderung, einerseits den Eintrag von Herbiziden in die Umwelt möglichst gering zu halten, auf der anderen Seite aber auch hohe Flächenerträge zu erzielen und gleichzeitig die Entwicklung Minderwirkungen aufgrund von Resistenzen zu vermeiden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass die beiden erstgenannten Punkte durchaus keine Gegensätze darstellen müssen. So konnten Herbizidaufwandmengen durchgängig deutlich (teilweise um 50 %) reduziert werden, ohne signifikante Ertragsseinbußen in Kauf nehmen zu müssen. Liegt der Fokus bei der Reduzierung von Herbizidaufwandmengen allerdings allein auf dem Parameter Ertrag, wird eine teils nicht unerhebliche, mit Herbiziden behandelte Restverunkrautung toleriert. Eine mit reduzierten Aufwandmengen behandelte Restverunkrautung kann mit einer gesteigerten Resistenzselektion verknüpft sein (NEVE und POWLES, 2005). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch, dass mit einer Absenkung der Aufwandmenge nicht zwingend ein Wirkungsverlust verbunden sein muss. Die Reduktionspotentiale hinsichtlich des Wirkungsgrads waren zwar geringer, verglichen mit den Möglichkeiten hinsichtlich des Ertrags, lagen in Einzelfällen jedoch bei über 30 %. Die Möglichkeit mit reduzierten Aufwandmengen hohe Wirkungsgrade zu erreichen, wurde bereits in verschiedenen Studien zuvor festgestellt (CHRISTENSEN, 1993; PALLUTT, 2002; VERSCHWELE und ZWERTGER, 2006).

Diese hohen Wirkungsgrade sind im Rahmen der Resistenzproblematik höchst relevant (LUTMAN et al., 2013). Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass hohe Wirkungsgrade auch mit reduzierten Aufwandmengen erreicht werden können. Allerdings wird auch deutlich, dass die Variabilität der Aufwandmengen, die zu einem gewünschten Wirkungsgrad führen kann, erheblich ist. Neben Unkrautart und -dichte spielen viele weitere Einflussfaktoren wie zum Beispiel die Witterung vor, während und nach einer Behandlung eine Rolle für die Wirksamkeit von Herbiziden (ANDREWS et al., 2007). Daher ist es unerlässlich, zur erfolgreichen Anwendung reduzierter Aufwandmengen, EDV-gestützte Entscheidungshilfemodelle zu entwickeln, die eine schlagspezifische Optimierung der Herbizidaufwandmenge zulassen und dazu beitragen, Minderwirkungen durch falsch bemessene Aufwandmengen zu vermeiden und auf diese Weise Resistenzentwicklungen verhindern.

Literatur

- ANDREWS, T.S., R.W. MEDD, R.J. van de VEN und D.I. PICKERING, 2007: Field validation of the factors related to clodinafop efficacy on *Avena* species. *Weed Research* **47**, 15-24.
- CHRISTENSEN, S., 1993: Herbicide dose adjustment and crop weed competition. British crop protection conference, weeds. The BCPC Conference: Weeds, Brighton, UK, **3**, 1217-1222.
- COUSENS, R., 1987: Theory and reality of weed control thresholds. *Plant Protection* **2**, 13-20.
- HEEMST, H.D.J., 1985: The Influence of Weed Competition on Crop Yield. *Agricultural Systems* **18**, 81-93.
- LUTMAN, P.J.W., S.R. MOSS, S. COOK und S.J. WELHAM, (2013): A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* **53**, 299-313.
- NAP, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. § 4 Pflanzenschutzgesetz 2013.
- NEVE, P. und S. POWLES, 2005: Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. *Theor Appl Genet* **110**, 1154-1166.
- MANALIL, S., R. BUSI, M. RENTON und S.B. POWLES, 2011: Rapid Evolution of Herbicide Resistance by Low Herbicide Dosages. *Weed Science* **59**, 201-217.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

PALLUTT, B., 2002: Langzeitwirkungen reduzierter Herbizidanwendung und Stickstoffdüngung auf Populationsdynamik und Konkurrenz von Unkräutern in Getreide. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft **XVIII**, 293-304.

VERSCHWELE, A. und P. ZWGER: 2006: Auswertung von Grenzaufwand-Versuchen in Bezug auf das notwendige Maß beim Herbizideinsatz. Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft **XX**, 675-682.